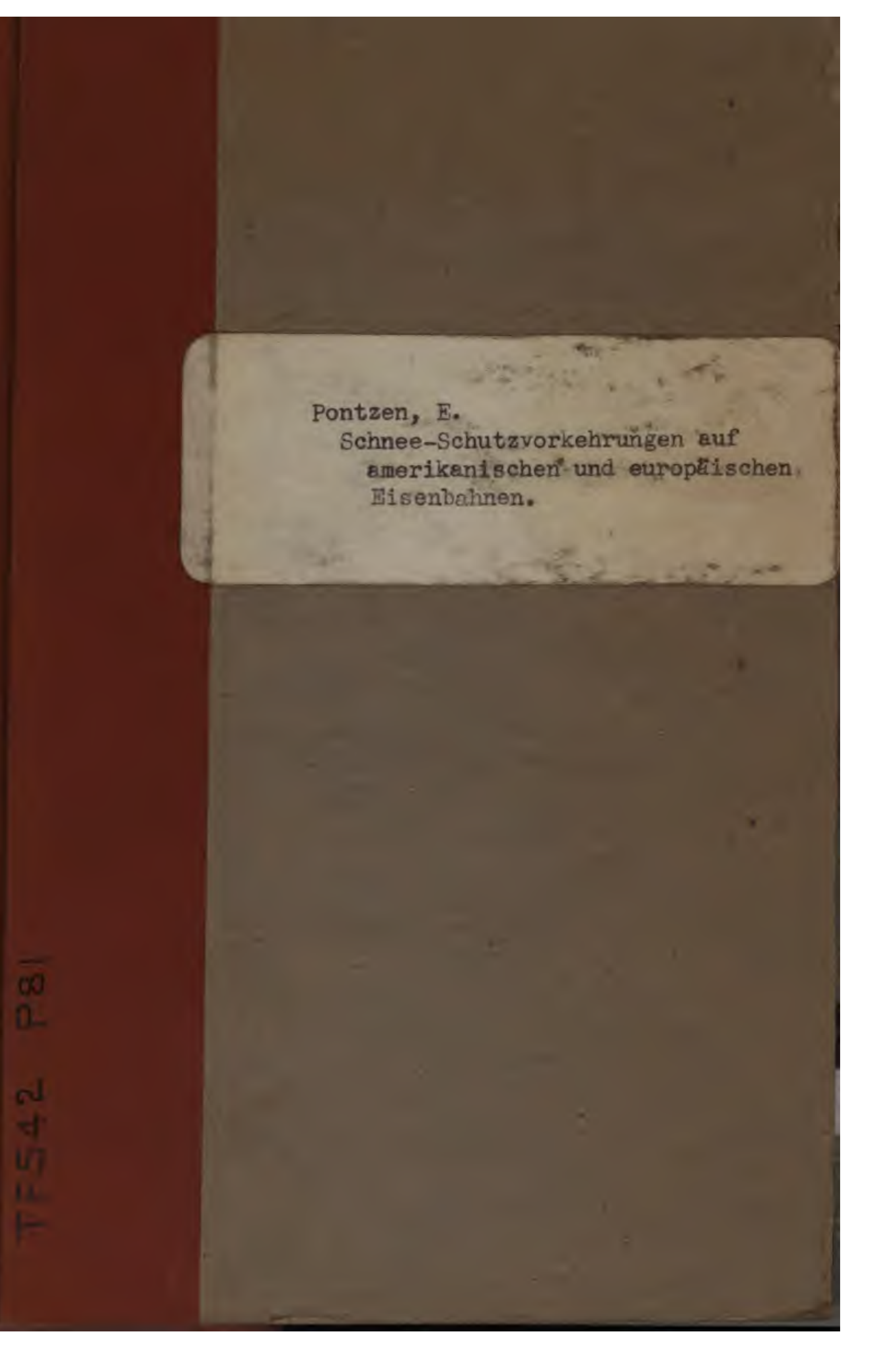

Pontzen, E.
Schnee-Schutzvorkehrungen auf
amerikanischen und europäischen
Eisenbahnen.
TF542 P8I



Schnee-Schutzvorkehrungen

bei

amerikanischen und europäischen Eisenbahnen

nebst deren Nutzanwendung auf die projectirte

Arlberg-Bahn.

Im österr. Ingenieur- & Architekten-Vereine am 18. April 1874

gehaltener Vortrag von

Ernest Pontzen,

Ingenieur.

(Separat-Abdruck aus der Zeitschrift des **österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins,** VIII. u. IX. Heft, 1874.)

Wien 1874.

Druck und Verlag von R. v. Waldheim.

Die Ununterbrochenheit des Betriebes der Eisenbahnen ist einer der grossen Vortheile dieser modernen Verkehrswege. — Auch ist die Sorge um die Sicherung gegen jede Störung oder Unterbrechung des Betriebes oft eine der Hauptursachen, weshalb man sich bei Anlage von Eisenbahnen, welche bis zu grosser Seehöhe ansteigen, selbst dann zu ganz erheblicher Vermehrung der Baukosten und Baudauer entschliesst, wenn die voraussichtliche Frequenz solches nicht geboten hätte. — So ist es namentlich vorgekommen, dass Scheitel-Tunnels nur aus climatischen Rücksichten in geringerer Meereshöhe, somit in grösserer Länge projectirt und auch ausgeführt wurden, als dies durch die anderen Einfluss nehmenden Factoren bedingt war.

Jener Feind des regelmässigen, ununterbrochenen Betriebes, dem man ferne zu bleiben trachtet, ist der Schnee, und es muss, insolange man sich vor demselben nicht schützen kann, allerdings zugegeben werden, dass das Vermeiden jener Regionen, in denen derselbe während eines längeren Theiles des Jahres auftritt als in anderen, gerechtfertigt erscheint. Immerhin müssen aber die Kosten, welche aus dieser Umgehung des langen Winters erwachsen, im Verhältnisse zu den dadurch erzielbaren Vortheilen des den Betriebsunterbrechungen minder ausgesetzten Verkehrs stehen.

Der Schnee ist in der That ein böser Feind des Eisenbahnbetriebes; — er ist es sowohl, wenn er in Gestalt feinflockiger, durch jedes Lüftchen bewegbaren zarten Par-

tikelchen auf die Bahn geweht wird, als auch dann, wenn er zusammengeballt als eine grosse, compacte, oft Steine, Felstrümmer und Stämme in sich bergende Masse auf den Bahnkörper stürzt.

Dass man den störenden Einflüssen des Schnees nicht nur in den höheren Regionen ausgesetzt ist, sondern auch in Niederungen nicht selten sehr ernsten Schnee-Hindernissen begegnet, ist eine bekannte Thatsache, und wir haben eines der eclatantesten Beispiele sozusagen vor unseren Mauern. — Während der Verkehr der Züge auf der Semmering-Bahn, die doch bis zu 881·5^{m} Seehöhe ansteigt, beinahe nie durch Schneeverwehungen unterbrochen ist, traten solche Fälle in der Parndorfer Haide mit circa 180^{m} Seehöhe, in dem Marchfelde mit circa 150^{m} Seehöhe, und in der Wiener-Neustädter Ebene, die bis circa 280^{m} Seehöhe ansteigt, häufig ein. — Ebenso zeigt der Umstand, dass die um beinahe 1$^{1}/_{2}$ Grade südlicher als die Semmering-Uebersetzung gelegene Karst-Uebersetzung, welche nicht einmal 600^{m} Seehöhe erreicht, eine der den Schneeverwehungen am häufigsten ausgesetzten Bahnen Mittel-Europa's ist, dass hingegen die Brennerbahn, welche bis zu 1367^{m} Seehöhe ansteigt, sehr wenig von Schnee zu leiden hat, dass weder Höhenlage, noch geographische Lage allein zur Beurtheilung, ob eine Bahn Schneeverwehungen ausgesetzt sein wird, genügen.

Es wirken sehr viele andere Umstände, wie z. B. Configuration des Terrains, Richtung des herrschenden Windes, Cultur des Bodens u. s. w. sehr mächtig auf die Schneeverwehungs-Gefahr ein.

In Form von Lavinen tritt der Schnee allerdings nur in höher gelegenen Gebirgsgegenden auf, doch in dieser Gestalt ist er bei weitem kein so arger Feind, denn der Gang der Lavinen ist ein in der Regel genau bekannter, und können solche Stellen, falls sie nicht umgangen werden — leicht durch entsprechende Schutzbauten gesichert werden.

Ungleich schwieriger ist die Herstellung von Schutzbauten gegen Schneeverwehungen, namentlich darum, weil, während man bei Lavinen genau weiss, von welcher Seite und in welcher Richtung selbe sich bewegen, dies bei dem vom Winde gepeitschten, die Schneeverwehungen verursachenden feinen Schnee nicht der Fall ist.

Jener Schnee, der direct auf die Bahn fällt, der also weder durch Wind in grösserer Menge auf die Bahn gefegt, noch durch Ablösung von Gehängen auf dieselbe gefallen ist, verursacht zwar häufig kleine Unregelmässigkeiten im Betriebe, unterbricht denselben jedoch nur in den allerseltensten Fällen.

Auf den, allem Unbill des Schnee's ausgesetzten Strecken der den nordamerikanischen Continent von Ost nach West durchziehenden Pacific-Bahn, sowie auf vielen hiesigen Bahnen lässt man, wenn bedeutenderer Schneefall eintritt, den Schneepflug häufig verkehren, und beseitigt so, ehe sie eine zu grosse Höhe erlangt, die Schneeschichte von dem Bahnkörper.

Vorkehrungen, welche die Eisenbahnen vor Schneeverwehungen schützen sollen, sind in der Zeitschrift unseres Vereines schon wiederholt besprochen worden. Im Jahre 1871 war es Herr Ober-Ingenieur Maader, welcher die Schneeverwehungen in der Parndorfer Haide und die zur Behebung derselben angewandten Mittel besprach. — Im Jahre 1869 berichtete Herr Joh. Ribar, im Jahre 1859 Herr Alfred Lorenz über die am Karst getroffenen, von ihnen durch Jahre beobachteten Schneeschutz-Vorkehrungen. Der Karst ist in der That der classische Boden zum Studium der Schneeverwehungen, und darf es daher nicht Wunder nehmen, dass der seither k. k. Hofrath gewordene Herr von Nördling, als er im Jahre 1864 in seiner Eigenschaft eines Ober-Ingenieurs der Orleans-Bahn eine Gebirgsbahn in Frankreich zu bauen hatte, nach Oesterreich kam, um zu sehen, in welcher Weise man sich vor

Schneeverwehung schützen solle, und dabei besonders die Karst-Bahn studirte. (Annales des Ponts et Chaussées 1865.)

Wenngleich auf einigen Dämmen die Wahrnehmung gemacht wurde, dass sich auch auf diesen Schnee-Ablagerungen bilden, welche Ablagerungen wohl dadurch entstehen mögen, dass der den Schnee treibende Wind parallel zur Böschung aufsteigt, und sobald er über die Dammkrone hinauskömmt, einen Wirbel bildet, unter welchem — somit auf der Dammkrone — sich der von demselben getragene Schnee absetzt (Blatt 18, Fig. 1); so kann doch als erste und beste Regel zur Vermeidung von Schneeverwehungen hingestellt werden, Einschnitte thunlichst zu vermeiden.

Es ist in dieser Beziehung die Pacific-Bahn ganz besonders als Muster hinzustellen, indem auf dieser, jene kleinen Einschnitte, welche auszuführen man so oft versucht wird, um continuirliche Neigungsverhältnisse herzustellen, oder um Ausgleich zwischen Auf- und Abtrag zu bewerkstelligen, ängstlich vermieden wurden. — Einschnitte ganz auszuschliessen, würde oft eine enorme Steigerung der Herstellungskosten zur Folge haben; es kann somit nicht davon die Rede sein. Jeder Einschnitt bildet aber nur zu leicht ein Sammelbassin für den vom Winde getriebenen Schnee.

Auch Bahnstrecken, welche im Terrain-Niveau oder nur wenig über demselben liegen, sind Verwehungen ausgesetzt, indem durch Beseitigung des direct gefallenen Schnees ein- oder beiderseitig Schneewälle erzeugt werden, welche alle Uebelstände der kleinen Einschnitte herbeiführen.

Im Laufe des letzten Jahres wurde auf der Union-Pacific-Bahn an vielen Stellen, und zwar auf eine Gesammtlänge von über 48^{km}, die Hebung der Nivelette um circa 1^{m}, eben aus diesem Grunde, vorgenommen.

Der allgemein angewandte Schutz besteht in Schneewänden oder Schneedämmen, welche man an jener

Seite des Einschnittes anbringt, von welcher der herrschende Wind kömmt.

Diese Schneewände sind am Karst bald aus Holz, bald aus Mauerwerk hergestellt. Trotz der vieljährigen sorgfältigen Beobachtung erkennen auch die bereits genannten Herren an, dass es schwer sei, von vorneherein mit Bestimmtheit den Erfolg der Schneewände anzugeben. Die Erfahrung zeigte oft, dass sie, wenn auch auf Grund früherer Beobachtungen errichtet, in der Folge vom Einschnittsrande mehr entfernt oder demselben nähergerückt, dass sie erhöht oder geschwenkt werden mussten.

Ohne in Wiederholung des bereits von den genannten Herren Mitgetheilten verfallen zu wollen, verweise ich auf die Figuren 2 und 3 (Blatt 1), in welchen sowohl die sich in der Regel vor und hinter einer senkrechten — am Karst üblichen — Wand ablagernden Schnee-Prismen, als auch die verticale Projection der Richtungs-Veränderung, die der Wind bei einer solchen Wand erleidet, angedeutet sind.

Zur Herstellung der hölzernen Wände werden in der Regel alte Schwellen in der in Fig. 2 angedeuteten Weise benützt, während die definitiven Wände aus den am Karste nur in zu grosser Menge vorkommenden Kalksteinen, mit Ausnahme der obersten in Mörtel gelegten Schaaren, ganz trocken gemauert werden (Fig. 3).

Die Zahl und die Mannigfaltigkeit der Verhältnisse, welche auf den Erfolg einer Herstellung zum Schutze gegen Schneeverwehungen Einfluss üben, ist so gross, dass es wohl nicht verwundern darf, dass trotz der sorgfältigsten Studien über die beste Anordnung von Schneewänden, bis nun nur allgemeine Principien aufgestellt werden konnten, die sich aber in manchen Fällen nicht bewähren.

Ich will nur einige der einflussnehmenden Umstände anführen. — In erster Linie ist es die Configuration des Terrains, und zwar nicht nur des unmittelbar an die Bahn angrenzenden, sondern auch oft des in grossen Distanzen liegenden, insoferne als durch einen Gebirgszug, durch ein-

zelne Thäler oder durch nach allen Richtungen hin sich weit ausdehnende Ebenen, eine mehr oder weniger constante Windrichtung bedingt wird.

Der Winkel, unter welchem der Wind die Erdoberfläche trifft, ist nicht minder als die Weltgegend, von der er bläst, von grossem Einflusse auf die Anlage der Schutzwände, und verfällt man, wenn die Richtung und Neigung des Windes grossen Schwankungen unterworfen ist — was namentlich im offenen Terrain der Fall ist — häufig in grosse Verlegenheit über die erste, allgemeinste Frage, nämlich die: an welcher Seite der Bahn die Schutzwand zu errichten sei. Häufig ist der Ausweg gewählt worden, zu beiden Seiten der Bahn Wände herzustellen, doch dürften solche meist durch Anwendung eines anderen Schutzbaues vortheilhaft ersetzt werden.

Eine Wand, welche während mehrerer Schneestürme sich als entsprechend erwiesen hat, kann, wenn die Intensität des Windes ein nächstes Mal wesentlich verschieden, wenn die Consistenz der Schneeflocken eine andere wäre, wenn die Menge des gefallenen Schnee's wesentlich grösser würde, sich als nicht mehr genügend erweisen.

Ist die Richtung des Windes eine constante, so lässt sich die Stellung der Wände dadurch ableiten, dass man mit allem Grunde von der Ansicht ausgehen darf, dass dieselben Phänomene, welche im fliessenden Wasser, welches Senkstoffe mit sich führt, bezüglich dieser letzteren eintreten, auch im Schneesturme bezüglich des Schnee's eintreten werden.

Die Analogie zeigt sich in der That in den vor und hinter den senkrechten Schneewänden abgelagerten Schnee-Prismen; sie zeigt sich in den Schnee-Ablagerungen, welche das unter dem Winde liegende Ende einer Schnee-Mauer überragen, und welche zu vermeiden, man dieses Ende der Wände meist unter stumpfem Winkel abbiegt.

Mit Rücksicht darauf, dass hinter der Schneewand sich ein Prisma ablagert, dessen Breite je nach der Nei-

gung und Intensität des Windes der 2—3-, ja selbst der 5fachen Höhe der Wand gleichkommt, ist es unmöglich, die Wand an den oberen Einschnittsrand zu stellen; eine grössere Entfernung von demselben hätte aber den Uebelstand, dass dadurch ein Theil des zu schützenden Einschnittes ausserhalb der geschützten Zone zu liegen käme. —

In Anbetracht der Intensität und Neigung der am Karste herrschenden Bora-Stürme und der, zwei Geleisen entsprechenden Einschnittsbreite, werden die Schneewände daselbst nicht niederer als circa 5^{m} hoch, und in der Regel in einer Entfernung vom Einschnittsrande gestellt, welche der 3- bis 5fachen Wandhöhe gleich kömmt.

Ist eine Wand zu nieder, reicht nämlich ihre Wirkungszone nicht über die jenseitige Einschnitts-Oberkante hinaus, so wird sie nur insolange für den ganzen Einschnitt erspriesslich sein, als der herangewehte Schnee in den vor und hinter ihr entstehenden Prismen sich ablagert, dann aber wird der jenseitige Theil des Einschnittes verweht zu werden beginnen und leicht zur Anfüllung des ganzen Einschnittes Anlass geben.

Auf der Union-Pacific-Bahn, welche durch eine ungeheuere Wüste zieht, und vom Ausgangspuncte „Omaha“ (295^{m} Seehöhe) bis zur circa 884^{km} entfernten, in den Rocky-Mountains liegenden Scheitelstation „Sherman“ auf 2514^{m} Seehöhe ansteigt, dann sich aber in der circa 778^{km} langen Strecke bis zu der in der Seehöhe von 1324^{m} liegenden Station „Ogden“, in welcher die Central-Pacific-Bahn sich anschliesst, senkt; befinden sich Schneewände, welche sich an manchen Stellen gut bewährt haben.

Diese durchgehends aus Holz hergestellten Schneewände unterscheiden sich von den am Karst ausgeführten hölzernen Wänden vornehmlich dadurch, dass selbe, sowie die längs der durch die Parndorfer Haide führenden Strecke der Staats-Eisenbahn hergestellten Schneedämme, (Blatt 1, Fig. 4) dem Winde eine Fläche zukehren, welche nicht senkrecht, sondern gegen den zu schützenden Einschnitt

geneigt ist; auch ist diese Wand nicht ganz dicht verschalt und wird an ihrem oberen Ende durch eine in entgegengesetzter Richtung geneigte Ebene abgeschlossen (Blatt 1, Fig. 5 und 6).

Diese Anordnung scheint mehrere Vortheile zu verbinden. — Der Schneesturm begegnet schon von Anbeginn nicht jener senkrechten Wand, welche Wirbel und dies- und jenseitige Ablagerungen zur Folge hat, es wird ihm zuvörderst eine mit dem unteren Theile der Wand parallele Richtung gegeben, die durch den oberen Wandtheil in eine nahezu senkrecht aufsteigende verwandelt wird. — Der so abgelenkte Luftstrom trifft mit dem über der Schneewand wegziehenden zusammen und erzeugt eine aus diesen beiden Richtungen resultirende, über den Einschnitt weg führende Strömung. — Der Schnee wird in einem Bogen über den Einschnitt weggefegt, und ist dieser Bogen wohl weit gestreckter, als wenn er durch eine senkrechte Wand hervorgebracht wäre. — Die Ablagerungen vor und hinter der nicht dicht verschalten Wand bilden sich, namentlich wenn der Schneefall kein heftiger ist, nicht so leicht wie bei dicht verschalten Wänden, weil einerseits der Wind nicht zurückgeworfen wird, andererseits aber der durch die Fugen durchstreichende Wind die Bildung des todten Winkels, in welchem somit die feinsten schwebenden Partikelchen sich ablagern, verhindert wird. — Allerdings wird, wenn einmal die beiderseitige Prismenbildung eintritt, an einer derartigen geneigten Wand sich weniger Schnee ansammeln als an einer gleich hohen senkrechten Wand, doch scheint dieser Nachtheil wohl nicht die vorerwähnten Vortheile aufwiegen zu können.

Immerhin verwendet man diese Wände, welche überdies, da sie aus leicht verstellbaren Feldern von 5—6^{m} Länge zusammengefügt sind, ohne nennenswerthe Kosten in verschiedene Stellungen bringen kann, nicht nur dazu, um die Richtung des Schneesturmes zu brechen, sondern auch um Schneemassen aufzuhalten. Aus diesem Grunde

ist die Anordnung mehrerer in verschiedenen Distanzen aufgestellten Reihen von Schneewänden (Blatt 1, Fig. 7), welche ich oft wahrzunehmen Gelegenheit hatte, getroffen worden.

Die Leichtigkeit, mit welcher solche amerikanische Schneewände verstellt werden können, lässt sie dort angezeigt erscheinen, wo deren Verbleiben während des Sommers, grössere Entschädigungen an die Besitzer der Felder oder Wiesen, in denen sie im Winter aufgestellt werden mussten, zur Folge hätte.

Im Ganzen mahnen diese Schneewände, deren Constructionsart und mittleren Dimensionen aus den Fig. 5 und 6 entnommen werden können, sehr an jene verstellbaren Vorrichtungen, die im Hafen von Dünkirchen zeitweise verwendet werden, um die aus dem Spülbassin austretende Strömung gegen neuentstandene Versandungen zu leiten und selbe dadurch zu beseitigen.

Ich habe es bereits erwähnt, dass man mitunter, und zwar dort, wo der Wind bald von der einen, bald von der entgegengesetzten Seite Schnee in einen Einschnitt zu treiben droht, zu beiden Seiten der Bahn Schneewände aufführte. Solche Wände müssen dann sehr hoch ausgeführt werden, denn der Schutz, den sie bieten, beruht eben nur darauf, dass sie die an sie herangewehten Schneemassen vor und hinter sich aufsammeln. Ist das Fassungsvermögen der Wand überschritten, und wird Schnee über die schiefe Ebene des vor jener Wand, welche schützen soll, liegenden Prismas hinübergeweht, so bildet die jenseitige, gegen den mitunter in entgegengesetzter Richtung wehenden Wind errichtete Mauer das Hinderniss, an welchem sich die Kraft des Windes bricht, und es wird unzweifelhaft eine arge Verwehung des Einschnittes erfolgen.

Der Schutz gegen Schneestürme, die nicht stets in gleicher Richtung auftreten, somit auch gegen jene Schneewirbel, die in Gebirgen so häufig sind, muss wenigstens in-

solange, als durch entsprechende Bepflanzungen kein Schutz geboten ist, in anderer Weise hergestellt werden.

Eine Lösung dieses Problems hatte ich Gelegenheit, vor vielen Jahren zu studiren. Ich habe damals die Bahn nach Fell'schem Systeme, welche über den Mont-Cenis führt, während des Winters bereist, und konnte mich von den Erfolgen der daselbst auf grosse Längen hergestellten Schneedächer oder Schneegalerien überzeugen.

In einer Abhandlung, die ich kurz nachher mit Rücksicht auf die projectirte Arlberg-Bahn über Aufforderung des damaligen Handelsministers, Sr. Excellenz des Herrn v. Plener, schrieb, und welche im Auszuge in unserer Zeitschrift (Jahrgang XXII, 1870) erschienen ist, habe ich bereits meine diesbezüglichen Wahrnehmungen ausgesprochen.

Der Vollständigkeit halber und um die Fortschritte, die seither in dieser Richtung gemacht wurden, zu erläutern, muss ich Einiges aus jenem Berichte hier wiederholen, Anderes beifügen.

Die Bahn über den Mont Cenis erhob sich bis zu einer Seehöhe von 2100·6^{m} zur Station Frontière. Zwischen den Stationen Lanslebourg und Frontière, und zwar von circa 2800^{m} vor dem Scheitel und bis 1200^{m} nach demselben gegen Station Grand'Croix, somit auf eine Gesammtlänge von circa 4100 Meter war die Bahn durch eine continuirliche Schneegalerie geschützt. Ausser dieser längsten Galerie war eine zweite, 3100^{m} lange, zwischen Grand'Croix (1894·4^{m} Seehöhe) und St. Martin (1105·7^{m} Seehöhe) und viele kürzere auf anderen Puncten der Bahn, so dass im Ganzen ungefähr 25 Kilometer der 78·8^{km} langen Bahnstrecke Susa-St. Michel überdeckt waren.

Bei der Fahrt durch diese Galerien und namentlich bei der Fahrt durch die längste derselben war man ausserhalb der Waggons durch den Rauch, der sich ganz auf den Zug herabschlug, sehr belästigt, aber auch die Luft in den wohlverschlossenen Waggons wurde oft so schlecht, dass es kaum zu entscheiden möglich gewesen wäre, ob

man in diesen verschlossenen Waggons, in welchen, wenn alle Plätze besetzt waren, sehr wenig Luftraum per Person entfiel oder auf der Plateform, wo man in dichten Rauch gehüllt wurde, mehr beklommen und mehr der Erstickungsgefahr ausgesetzt war.

Die Galerien waren mit Ausnahme jener Stellen, welche auch gegen Lavinen Schutz bieten sollten, und von diesen wird erst später gesprochen werden — aus Holz gezimmert (Blatt 1, Fig. 8) und mit Brettern verschalt. Auf grosse Strecken war die Decke aus wellenförmigem Bleche gebildet. Für Ventilation war in der Weise gesorgt, das entweder am Scheitel der Galerie eine fortlaufende Oeffnung sich befand, oder dass die Verschalung nicht dicht hergestellt war.

Diese Galerien bewährten sich insoferne, als sie mitunter bis zu 6^m mächtige Schneemassen zu tragen bekamen, und diese Last auch ganz gut aushielten. Die schlechte Ventilation sprach jedoch sehr gegen diese Galerien und ward dieser Uebelstand von den Ingenieuren der Mont Cenis-Bahn namentlich dem Umstande zugeschrieben, dass die lichte Höhe nur $3{\cdot}75^m$ betrug; auch sprach man davon, in anderen ähnlichen Fällen die lichte Höhe bis zu $4{\cdot}75^m$ vermehren zu wollen, wodurch die Kosten, welche am Mont Cenis per Current-Meter Galerie nur 30 fl. Silber waren, wohl nicht wesentlich gestiegen wären, während man dadurch die Uebelstände, dass der Rauchaustritt aus dem Schornsteine der Locomotive erschwert, die Dampferzeugung verringert und die Reisenden den vorerwähnten Belästigungen ausgesetzt wurden, beseitigen zu können glaubte. Es ist mir nicht bekannt, dass in Europa seit jenen Erfahrungen des Mont Cenis, lange Galerien ausgeführt worden wären, hingegen hatte ich Gelegenheit, derartige Schutzbauten, und zwar in weit ausgedehnterer Anwendung als am Mont Cenis, auf der Union- und vornehmlich der Central-Pacific-Bahn zu sehen.

Diese letztere Bahn erreicht zwar nicht die gleiche

Höhe, wie die Union-Pacific-Bahn, doch ist das Clima in der Sierra Nevada, welche die Central-Pacific-Bahn kreuzt, ungleich rauher. Der höchste Punct der Central-Pacific-Bahn, deren von „Ogden“ ausgehende, circa 1347^{km} lange Hauptlinie in Oakland gegenüber „San Francisco“ endet, ist die Station „Summit“ mit 2148^{m} Seehöhe.

Die Länge der auf der ganzen Pacific-Bahn bestehenden Schneegalerien beträgt weit über 70^{km} und entfällt der ungleich grössere Theil derselben auf die Central-Pacific-Bahn, die dank dieser ausgedehnten Schutzbauten und trotz des rauhen Climas in den letzten Jahren nicht einen Tag durch Schnee unterbrochen war, während die Union-Pacific-Bahn, welche noch vorherrschend hinter Wänden Schutz gegen Schnee sucht, im Winter 1872/3 mehrere Wochen lang unterbrochen war!

Da, wie gesagt, die Schutzvorkehrungen der Central-Pacific-Bahn nunmehr durch mehrjährige Erfahrung sich als vollkommen entsprechend erwiesen haben, will ich diese näher beschreiben.

Die climatischen Verhältnisse und insbesondere die Schneeverhältnisse, welchen in der Sierra Nevada begegnet wird, können wohl durch nichts besser als durch nachstehende, einem, vom Ingenieur Herrn John R. Gilliss im Jahre 1870 dem amerikanischen Ingenieur-Vereine erstatteten Berichte entnommene Tabelle beleuchtet werden. Diese Tabelle gibt die Schneefälle im Winter 1866/7, während welcher Zeit noch rüstig gebaut wurde, und zwar auf Grund der während des Baues nächst dem Donner-See, in einer Höhe von circa 2100^{m} über dem Meeresspiegel sorgfältig durchgeführten Beobachtungen.

Die Heftigkeit der Stürme, welche die Schneemassen aufwirbelten, war so gross, dass der Druck des Windes per Quadratmeter bis zu 49 Kilogramm stieg. Die Temperatur sank dabei oft unter — 12^{0} R.

Die Schneegalerien wurden in der auf Blatt 2 dargestellten Weise ausgeführt und da diese Zeichnung alle Ab-

Monat	Zahl der Schneefälle		Total-Höhe des in jedem Monate gefallenen Schnee's	Mittlere	Grösste	Tag jedes Monats an welchem die Schneeschichte die grösste Höhe erlangte
	von weniger als 0·30m	von mehr als 0.30m		Höhe der Schneeschichte		
1866			Meter	Meter	Meter	1866
November	—	3	1.373	0.305	0.458	4. November
December	5	4	3.317	1.525	2.745	20. December
1867						1867
Jänner	7	3	3.367	2.440	3.203	24. Jännner
Februar	5	3	3.138	3.050	3.863	8. Februar
März	9	2	1.277	3.813	4.372	4. März
April	1	1	1.068	3.965	4.600	13. April
Mai	1	—	0.076	2.593	3.355	1. Mai
Juni	—	—	—	0.915	1.830	1. Juni
Zusammen	28	16	13.616			
	44		Durchsch. der 8 Monate	2.326		

messungen und Details der Construction deutlich zeigt, so will ich nur darauf hinweisen, dass die lichte Höhe dieser Galerien nicht weniger als 7·10m beträgt, somit nahezu doppelt so gross ist, als jene der Mont Cenis-Schneegalerien.

Durch die Anordnung, dass die Verschalung nicht bis zum Boden reichte, durch die jalousieartige Uebergreifung der an den verticalen Säulen und an den geneigten Streben angebrachten Verschalung, und die überdies zahlreich angebrachten Luft-Thürmchen, ist die Ventilation der Galerien, welche auf viele Kilometer continuirlich hergestelllt sind, vollkommen gesichert.

Während des Sommers werden überdies in einzelnen Gespärren Seitenfelder, welche entweder in Coulissen laufend gesenkt oder an Charnieren beweglich aufgeklappt wer-

den können, geöffnet, um mehr Luft und Licht eintreten zu lassen.

Die Gespärre dieser Schneegalerien stehen in Entfernung von 2·44^{m} und der cubische Inhalt aller Holzbestandtheile ist im Mittel per laufenden Meter, exclusive der Luft-Laternen cira 1·8 Cubik-Meter. — Jede aufgesetzte Laterne erfordert circa 1^{cm} Holz.

Da es wiederholt vorgekommen ist, dass durchfahrende Züge solche Schneegalerien in Brand gesteckt haben, hat man die Dächer derselben innerlich mit wellenförmigem Eisenbleche verkleidet, ausserdem sind in einigen Stationen stets Dampf-Feuerspritzen in Bereitschaft, welche auf Waggons befestigt, jeden Augenblick zum Löschen etwaiger Brände zugeführt werden können.

Die Feuerlösch-Züge haben Vorrang vor allen andern Zügen. Die Feuerspritzen geben einen circa 0·05^{m} mächtigen Strahl, der kräftig genug ist, um wenn er die Verschalung von Innen trifft, diese loszureissen.

In den Galerien befinden sich in Entfernungen von 1$^{1}/_{2}$ bis 2 kilom. Wächter, welche mittelst Telegraph in die nächste Feuerlösch-Train-Station das Alarmzeichen geben können. In dem Maasse als die vorerwähnte Verkleidung mit Blech fortschreitet, verringern sich die Brände.

Den über die Schneegalerien am 1. Juli 1873 von Herrn S. S. Montague, dem verdienstvollen Oberingenieur der Central-Pacific-Bahn, welchem grossen Theils der Ruhm der raschen Durchführung des Baues dieser Bahn gebührt, erstatteten Bericht, kann ich nicht umhin, vollständig in Uebersetzung wiederzugeben.

Herr Montague, dessen wahrhaft amerikanischer Freundlichkeit ich die meisten über die Central-Pacific-Bahn und insbesondere über die Schneeschutzbauten gesammelten Daten verdanke, spricht in seinem Jahres-Bericht wie folgt über die Schneegalerien:

„Ein neues und wichtiges Element dieser, die Sierra Nevada übersetzenden Bauwerke, ist die Herstellung der

Schneegalerien, zum Schutze der Bahn vor den in dieser Region vorkommenden Schneeverwehungen. — Anfangs waren vorzugsweise bloss die Einschnitte überdeckt, während man es den Schneepflügen überliess, die Dämme von Schnee zu säubern, doch bald zeigte die Erfahrung, dass überall wo Schneeablagerungen von grosser Mächtigkeit vorkommen, deren Beseitigung auch selbst von Dämmen mit grossen Kosten verbunden ist, und nur zu oft Verzögerungen im Zugsverkehre herbeiführen. In Folge dessen ward die continuirliche Ueberdeckung der ganzen in der Region des hohen Schnee's liegenden Bahn für nöthig erachtet."

„Mehr als 50^{km} solcher Galerien wurden daher erbaut und erforderten dieselben 105,332^{cbm} Schnittholz und 401,475 laufende Meter Rundholz, zusammen circa 123,000^{cbm} Bauholz und 14,660 Zoll-Centner Eisen zu Klammern und Bolzen."

„Zwei Constructionsarten wurden angewandt; die eine dort, wo nur das Gewicht des Schnee's zu tragen war; die andere für solche Stellen, welche Lavinen ausgesetzt waren, die mit ihrer unaufhaltsamen gletscherartigen Bewegung an den steilen kahlen Felswänden, längs welchen die Bahn in der Nähe des Scheitelpunctes auf lange Strecken hinzieht, oft vorkommen."

„Eine eingehende Schilderung der Constructionsart dieser Galerien würde für diesen Bericht zu viel Raum in Anspruch nehmen, doch muss ich hier bemerken, dass selbe vom besten Erfolge gekrönt waren und oft mit 3^{m} — 6^{m} mächtigen zusammengewehten Schneemassen, ja an den Abhängen der Donner-Berge an manchen Stellen mit 15$^{1}/_{2}$ ^{m} mächtigen Schneemassen überdeckt waren, und zu allen Zeiten in diesen unwirthlichen Regionen den sichern Verkehr der Züge ohne irgend nennenswerthen Verzögerungen ermöglicht haben."

„Zur Sicherung gegen Feuersgefahr wurden die Holzverschalungen der Galerien vorläufig auf 30^{m} — 60^{m} Länge in Zwischenräumen von 400^{m} — 800^{m} durch galvanisirtes

wellenförmiges Eisenblech ersetzt und wird diese Versicherung in dem Maasse, als das nöthige Material beigeschafft wird, auch ergänzt werden."

Die Schneegalerien, deren Erfolg ein so vollständiger ist und deren Construction Blatt 2 zeigt, kosteten, dank den niederen Holzpreisen, nur circa halb so viel, als jene am Mont Cenis. Mit Hilfe der beigegebenen Zeichnungen wird es ein Leichtes sein, die Herstellungskosten derselben für jeden sich bietenden Fall zu ermitteln.

— Ausser der Gefahr des Verwehtwerdens sind die in Gebirgen zu grossen Höhen aufsteigenden Bahnen auch der Gefahr ausgesetzt, durch Lavinen oder Schneestürze unfahrbar oder selbst beschädigt zu werden.

Wie bereits erwähnt, wurden bei der über den Mont Cenis führenden Bahn, gegen Lavinen, gemauerte Schutzvorkehrungen hergestellt (Blatt 1, Fig. 9). — Obwohl die Gewölbe bei nur $4{\cdot}0^m$ Spannweite, $0{\cdot}6^m$ und mitunter auch mehr Dicke am Scheitel hatten, ward die Nothwendigkeit wohl erkannt, den Stoss der oft mit enormer lebendiger Kraft herabkommenden Lavinen zu vermeiden, und war deshalb die Herstellung einer über das Schutzgewölbe wegführenden schiefen Ebene, auf welcher die Lavine fortgleiten konnte, niemals versäumt worden.

Aehnliche Gewölbe, deren thalseitiges Widerlager oft durchbrochen ist, um Luft und Licht eintreten zu lassen, bestehen seit vielen Jahren auf der Kunst-Strasse über den St. Gotthard und auf anderen Alpenübergängen. — Auch wurden solche Galerien für die über den Lukmanier Pass projectirte Bahn, welche von einer Seehöhe von 1600^m aufwärts ganz eingedeckt werden sollte, an Stellen, die den Lavinen ausgesetzt erachtet wurden, in der in Fig. 10 auf Blatt 1 gestellten Form in Aussicht genommen.

Wie aus dem vorstehenden Berichte des Herrn Montague ersehen werden kann, haben auch die gegen Lavinen und Schneestürze auf der Central-Pacific-Bahn errichteten Schutzbauten vollkommen entsprochen. — Auch

diese waren nicht gemauert, sondern gezimmert, und zeigt Blatt 3 einen solchen Schutzbau gegen Lavinen.

Die Neigung des Daches wird möglichst steil hergestellt, denn in dem Maasse als selbes flacher ist, muss das Gebälke kräftiger werden, um dem in gleichem Verhältnisse heftiger werdenden Anpralle der Lavine widerstehen zu können. Während die gewölbten Schutzbauten gegen Lavinen den Luftraum innerhalb der Galerie auf ein Geringes reduciren, lassen hingegen die gezimmerten Lavinendächer einen so grossen Luftraum, dass keiner der den Galerien sonst vorgeworfenen Uebelstände auch nur im Entferntesten beim Durchfahren derartiger Galerien empfunden wird. — Je nach der Configuration der Lehne und je nachdem als die Bahn mehr oder weniger in dieselbe eingeschnitten ist, ändert sich der Holz- und Eisenverbrauch in diesen pultförmigen Schutzdächern, aber unter allen Umständen waren sie auf der Central-Pacific-Bahn unendlich billiger und rascher hergestellt, als wenn man gemauerte Lavinen-Schutzvorkehrungen hätte erbauen wollen.

Die Gespärre der Schutzdächer gegen Lavinen stehen in Entfernungen von $1 \cdot 40^{m}$ bis $1 \cdot 60^{m}$, und der cubische Inhalt aller Holzbestandtheile ist im Mittel per laufenden Meter, bei der in beifolgender Zeichnung angedeuteten Ausdehnung circa $8 \cdot 4^{cbm}$.

Unzweifelhaft wird auch in vielen Theilen der waldreichen Gebirge Europas eine vergleichende Kostenberechnung unter entsprechender Berücksichtigung der grösseren Erhaltungskosten und der kürzeren Dauer, zu Gunsten der Holzbauten sprechen. — Diese billige Herstellung wird um so eher gewählt zu werden verdienen, als dieselbe Vortheile bietet, die man mit gemauerten Galerien nicht verbinden kann, wie z. B. den grossen Luftraum, und weil zur Zeit der Erbauung einer Bahn eine Verringerung der unmittelbar zu leistenden Auslagen wohl stets erwünscht sein wird.

Da es nun unzweifelhaft erwiesen ist, dass man sich gegen alle Unzukömmlichkeiten, die der Schnee mit sich bringt, schützen kann; dass weder Verwehungen noch Lavinen mehr zu jenen Feinden eines regelmässigen Eisenbahnbetriebes gehören, denen man, weil man sie nicht besiegen kann, aus dem Wege gehen muss, tritt das Studium der Bahnen, welche hohe Gebirgszüge zu kreuzen haben, in ein neues Stadium.

Wenn zur Motivirung eines nahezu doppelt so langen und nur circa 200^m tiefer gelegen Tunnels durch das Arlgebirge der Grund angeführt wird, dass man durch Ausführung dieses von der Regierung beantragten 12,400^m langen Tunnels auf eine um so grössere Länge vor den, mit der Seehöhe von 1200—1300^m verbundenen Gefahren geschützt sei; — so nehme ich heute keinen Anstand mehr, diese Motivirung, die mir schon längst befremdend erschien, als ungenügend, als fehlerhaft zu bezeichnen, denn es gibt jetzt durch die Erfahrung bestätigte Schutzmittel, die billiger, weniger zeitraubend, kurz rationeller sind, als die Verdoppelung der Tunnellänge, welche, wenn dies auch im Voranschlage nicht zugegeben wird, doch die Baudauer und die Baukosten nahezu im selben Verhältnisse steigern wird. —

Sollte die Mittheilung der schönen Erfolge, welche mit den auf der Central-Pacific-Bahn ausgeführten Schneeschutz-Vorkehrung erzielt wurden, eine Berücksichtigung bei der Ausarbeitung eines neuen, rationelleren Projectes für die durch den Arlberg zu führende, Tirol mit Vorarlberg verbindende Bahn finden, so werden diejenigen, die an Verbesserung der Schneeschutz-Vorkehrungen mitgewirkt, Herr Montague an ihrer Spitze, sich wohl unseren Dank verdient haben, denn sie haben uns zur rechten Zeit noch den richtigen Wink gegeben.

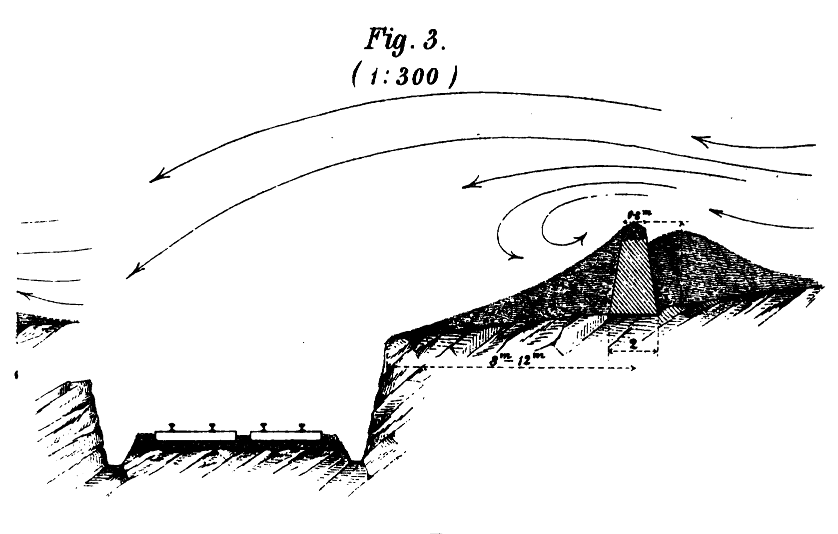
Weit entfernt, die Ueberfahrung hoher Gebirge nun der Unterfahrung derselben vorzuziehen, wird man

von nun an nur mehr berechenbaren Factoren gegenüberstehen:

Verlängerung des Weges, grösserer Hub der zu fördernden Lasten, Herstellung der Schnee-Schutzbauten, Verkürzung der Baudauer, Verringerung der Baukosten, aber Vermehrung der Betriebsauslagen einerseits, — Verkürzung des Weges, Verringerung des Hubes, Verlängerung der Baudauer, Verringerung der Betriebsauslagen aber Vermehrung der Baukosten, andererseits.

Die Rechnung wird den richtigen rationellen Weg vorzeichnen, und der führt uns gewiss im Arlgebirge auf grosse Strecken zum Schutze vor climatischen Hindernissen nicht durch einen nahezu doppelt zu langen Tunnel, sondern ehe wir zum Tunnel gelangen, durch rationelle Schneeschutz-Vorkehrungen.

Fig. 3.
(1:300)



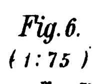
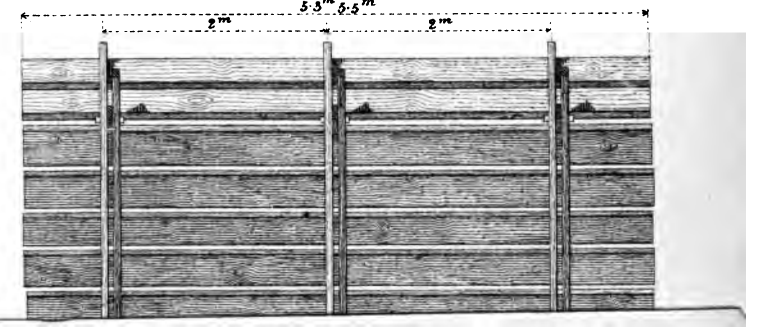
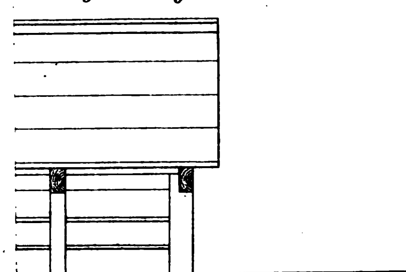


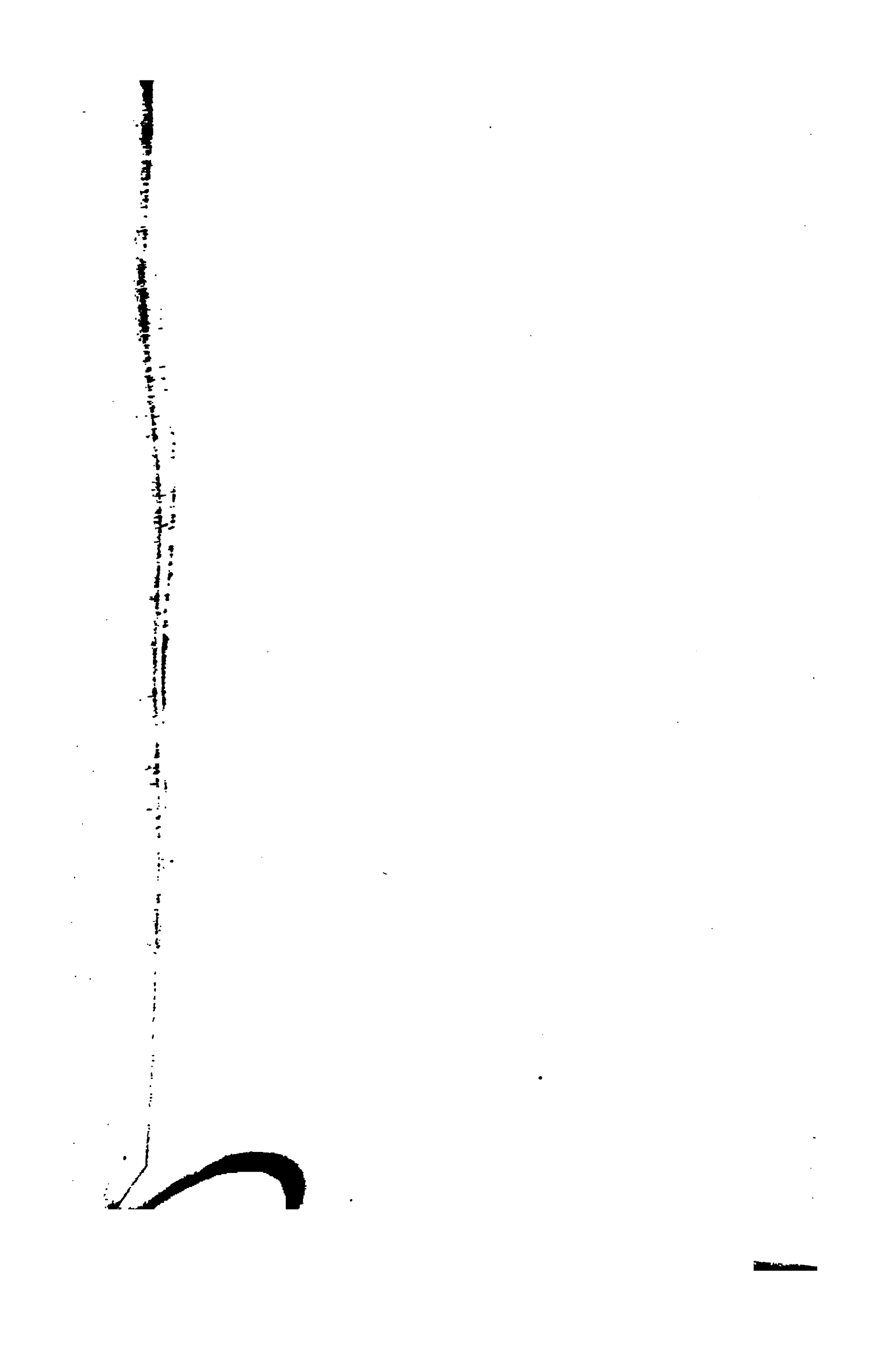
Fig. 6.
(1:75)

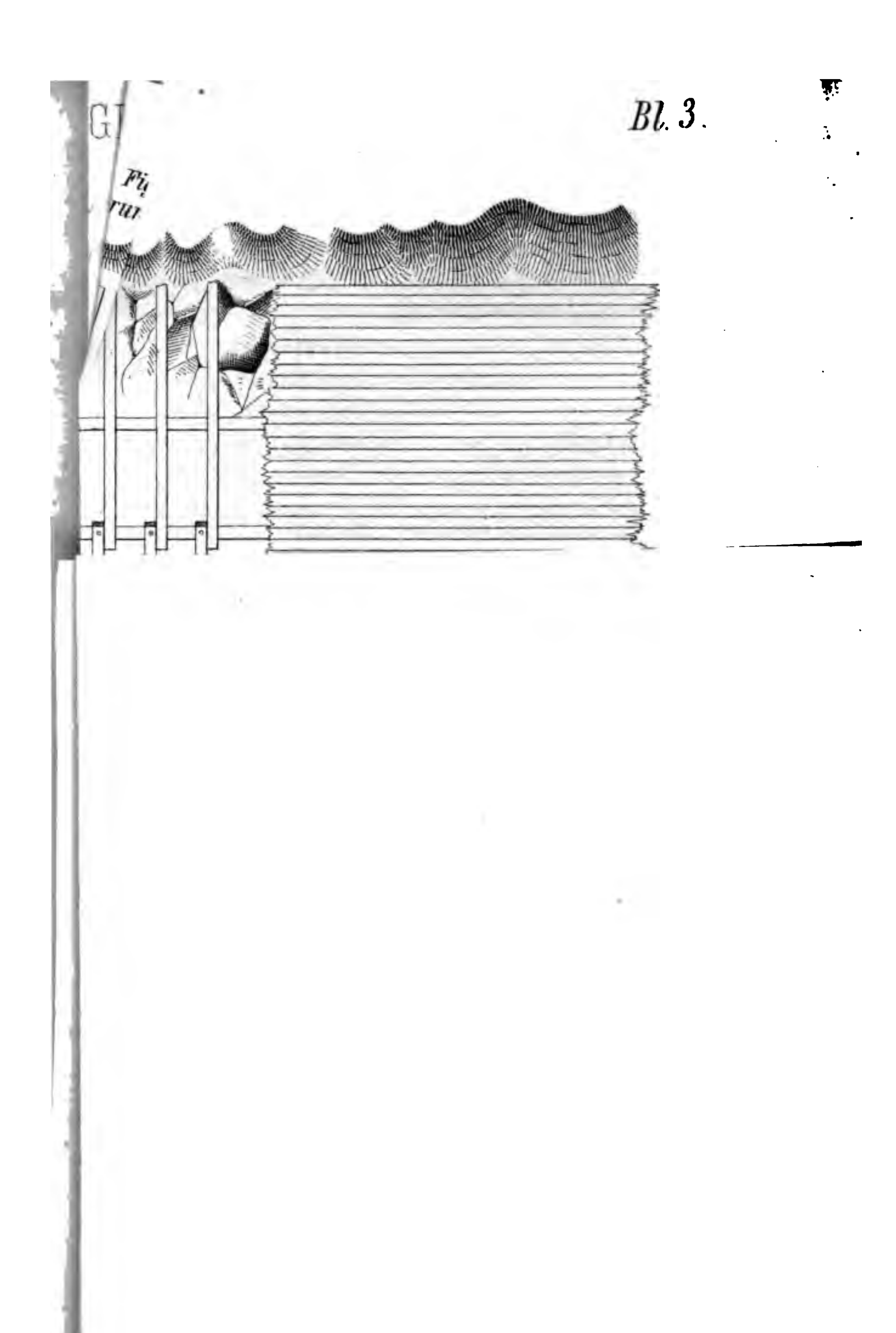


cub. m.
1·80

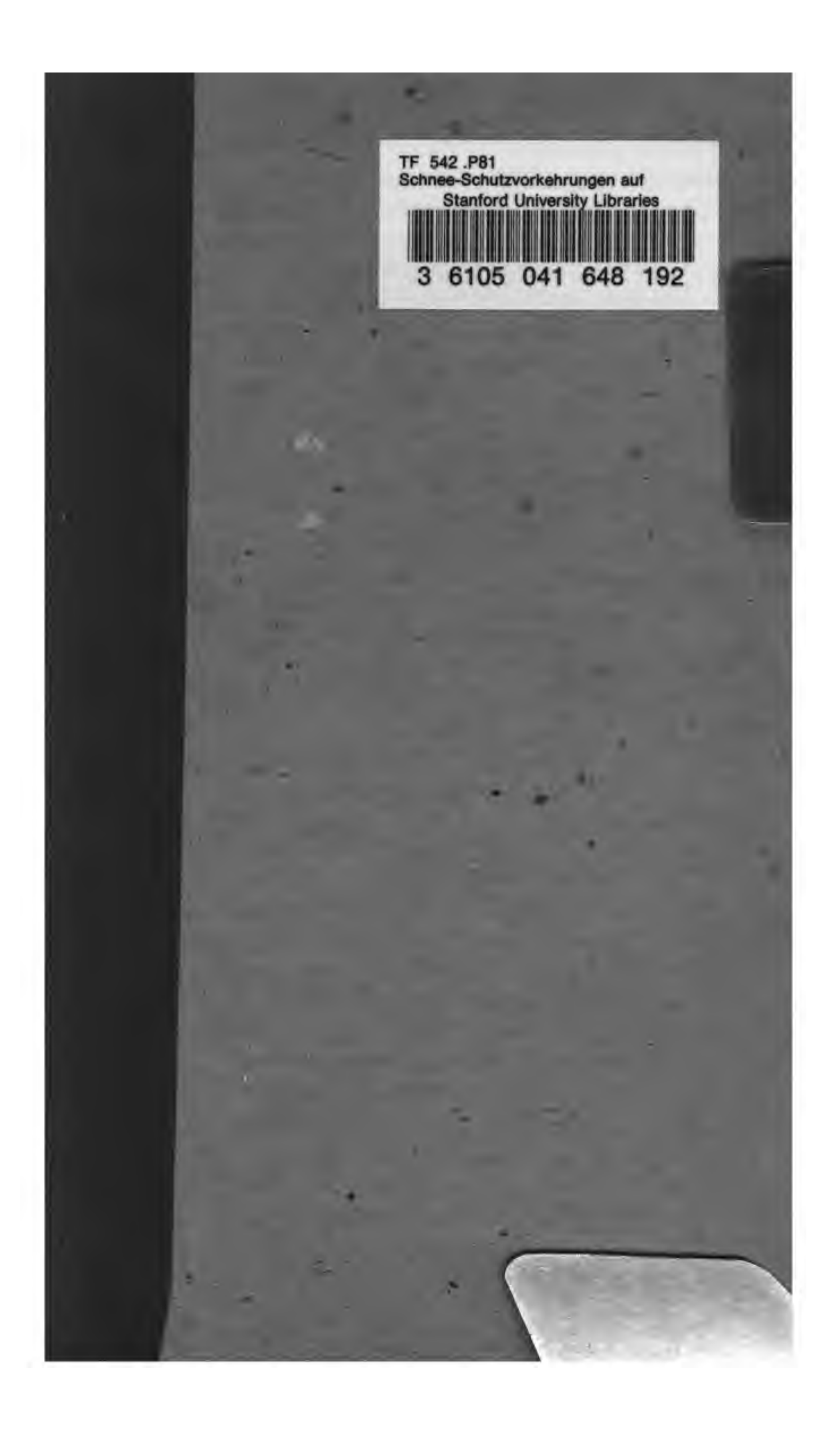
Fig. 3. Längenansicht.






G
Fi
ru




TF 542 .P81
Schnee-Schutzvorkehrungen auf
Stanford University Libraries
3 6105 041 648 192

